

Eva RYKALOVÁ¹, Radek FABIAN²

BEZPEČNOSTNÍ SKLO NA ZASTÁVKÁCH MHD

SAFETY GLASS AT THE PUBLIC TRANSPORT STOPS

Abstrakt

Příspěvek se zabývá konstrukcí zábradlí na zastávkách MHD v Ostravě. V první části příspěvku se věnujeme materiálu konstrukce, problematice uchycení skleněné části do ocelového rámu a poruchám skleněné části konstrukce. Druhá část příspěvku je zaměřena na experimentální ohybové zkoušky skleněných tabulí.

Klíčová slova

Bezpečnostní sklo, poruchy skla, ohybové zkoušky.

Abstract

The article deals with the construction of the railing at public transport stops in Ostrava. In the first part of the article we deal with construction materials, the issue of fixing the glass in a steel frame and defects of glass part of construction. The second part of the article is focused on bending tests of glass panes.

Keywords

Safety glass, defects of glass, bending tests.

1 ÚVOD

Sklo nachází v dnešní době stále širší uplatnění. Největší předností tohoto materiálu je jeho propustnost světla. Pro tuto vlastnost je sklo užíváno již několik století a zatím se za tento materiál nenašla adekvátní náhrada. Velkou nevýhodou skla je jeho křehkost. Pro širší použití tohoto materiálu se musel důsledek této negativní vlastnosti minimalizovat. Z tohoto důvodu se používá bezpečnostní sklo, které po porušení do určité meze může plnit svoji funkci. Díky bezpečnostnímu sklu lze rozšířit oblasti použití skla ve stavebnictví.

2 POPIS KONSTRUKCE

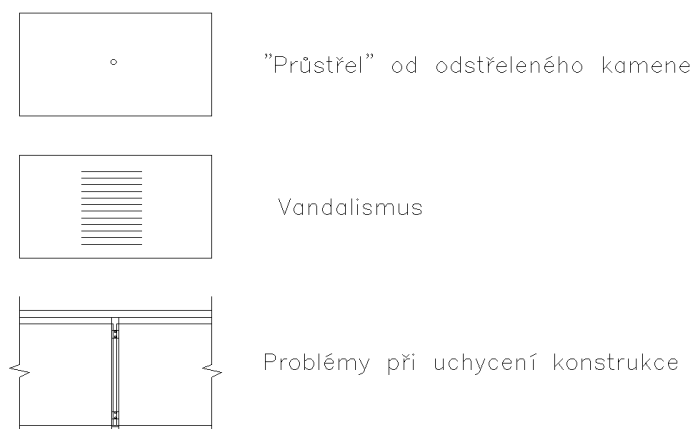
Při zkoumání skleněných výplní u zábradlí jsme se zaměřili na zábradlí u zastávek MHD dopravního podniku města Ostravy (Obr. 1, 2). Tato zábradlí bývají často znehodnocována, zvláště samotná skleněná výplň zábradlí, ale i její nosná ocelová část. Zábradlí na zastávkách jsou různých délek v závislosti na počtu modulových polí.

1 Ing. Eva Rykalová, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 309, e-mail: eva.rykalova@vsb.cz

2 Ing. Radek Fabian, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Poděště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321913, e-mail: radek.fabian@vsb.cz

3 MOŽNÉ PORUCHY KONSTRUKCE

Nejčastější porucha skleněné výplně zábradlí se projevuje jejím prasknutím. Příčin vzniku této poruchy může být několik. Během prohlídek několika zábradlí na zastávkách MHD jsme zjistili, že praskání skleněných výplní bývá způsobeno zejména v místě bodového uchycení skleněné výplně k ocelovému rámu, další zjevnou příčinou je působení plošného zatížení, které překročí únosnost skleněné výplně zábradlí a v neposlední řadě, je možná příčina i bodové zatížení způsobené např. odstřelujícími kamínky od kol dopravních prostředků (Obr. 3).



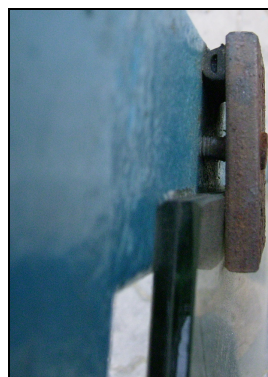
Obr. 3: Druhy poškození skla

3.1 Problémy uchycení skleněné výplně k ocelovému rámu.

Před vlivem vnějšího prostředí je nutné ocelovou konstrukci efektivně chránit. Nejvhodnější variantou ochrany je ochranný nátěrový systém vnějšího povrchu ocelové konstrukce, který minimalizuje riziko výskytu koroze (Obr. 4, 5).



Obr. 4: Úchyt poškozený korozi



Obr. 5: Chybné uchycení skleněné výplně k ocelovému rámu

Další chyby spočívají v samotné montáži skleněných výplní k ocelovému nosnému rámu zábradlí (viz Obr. 5). Konkrétním případem je špatná poloha osazení krajní příložky (gumové těsnění není ve styku se skleněnou výplní). Důsledkem špatného osazení a následné koroze ocelové příložky může dojít ke ztrátě její funkčnosti – fixaci polohy skleněné výplně v ocelovém rámu zábradlí.

3.2 Poruchy způsobené plošným zatížením

Dalším mechanickým poškozením je plošné zatížení (např. vandalismus). Toto poškození je nejlépe možno eliminovat vhodným umístěním této konstrukce. Nepoužívat ji tam, kde je koncentrace „vandalů“ (návrh jiného typu zábradlí).

3.2 Poruchy způsobené dynamickým rázem

Skleněná zábradlí na zastávkách bývají umístěna převážně ve frekventovaných silnicích. V důsledku odstřelení kamínků různé velikosti od pneumatik dochází k bodovému porušení skleněné tabule. Na Ostravsku, v zimních měsících, jsou cesty sypany škvárou, která ještě častěji způsobuje porušení skla.

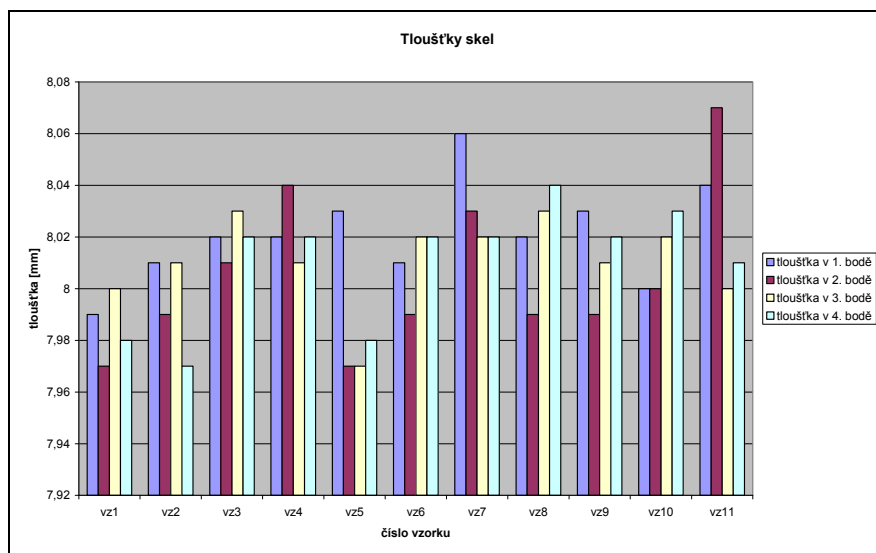
4 POPIS EXPERIMENTÁLNÍCH OHYBOVÝCH ZKOUŠEK

Měření jsme prováděli na 11 vzorcích bezpečnostního skla o rozměrech 600 x 1000 mm a tloušťce 8 mm. Délkové rozměry vzorků odpovídají 2/3 skutečným rozměrům zábradlí na zastávkách MHD. Rozměry vzorků byly upraveny s ohledem na rozměrové možnosti lisu EU 40.

Před samotným ohybovým zkoušením skleněných tabulí jsme provedli kontrolní přeměření tloušťek. Každý z jedenácti zkoumaných vzorků byl kontrolně přeměřen na čtyřech místech v polovině každé strany vzorku.

Tab. 1: Tloušťky zkoušených vzorků

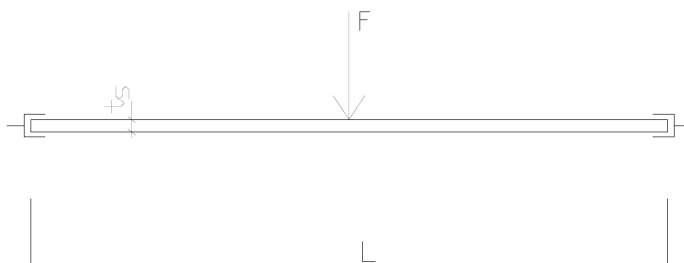
Označení vzorku	vz1	vz2	vz3	vz4	vz5	vz6	vz7	vz8	vz9	vz10	vz11
tloušťka v 1. bodě	7,99	8,01	8,02	8,02	8,03	8,01	8,06	8,02	8,03	8	8,04
tloušťka v 2. bodě	7,97	7,99	8,01	8,04	7,97	7,99	8,03	7,99	7,99	8	8,07
tloušťka v 3. bodě	8	8,01	8,03	8,01	7,97	8,02	8,02	8,03	8,01	8,02	8
tloušťka v 4. bodě	7,98	7,97	8,02	8,02	7,98	8,02	8,02	8,04	8,02	8,03	8,01
Průměrná tloušťka	7,99	7,995	8,02	8,023	7,99	8,01	8,03	8,02	8,01	8,01	8,03



Obr. 6: Tloušťky zkoušených vzorků

Námi zvolený postup přeměření tloušťek skla odpovídalo tloušťce 8 mm jen 4 naměřené hodnoty (9,09 %) ze všech naměřených hodnot. Dle normy ČSN EN 1279-5+A2 [3] bezpečnostní skla tl. 8 mm mají toleranci tloušťky $\pm 1,5$ mm. Tento požadavek splňují všechny zkoušené vzorky. Z tabulky a grafu (Tab. 1, Obr. 6) vyplývá, že i u každého vzorku byly naměřené různé tloušťky skel.

Samotné ohybové měření bezpečnostních skel bylo prováděno na zkušebním trhacím stroji typu EU 40, VEB WPM Leipzig, SRN, který je každoročně kalibrován (10. 3. 2010, 10. 3. 2011). Průhyb byl zaznamenáván zkušebním trhacím strojem EU 40, ověřování průhybů bylo prováděno analogovým deformetrem v místě 200 mm od okrajů skla pod zatěžovacím příčником. Ohybové zatížení bylo třibodové po celé šířce zkoušeného skla, uchycení zkoušeného skla bylo dvěma úchyty na každé straně vzorku (viz Obr. 7). Rychlost zatěžování byla 0,1 kN/min.



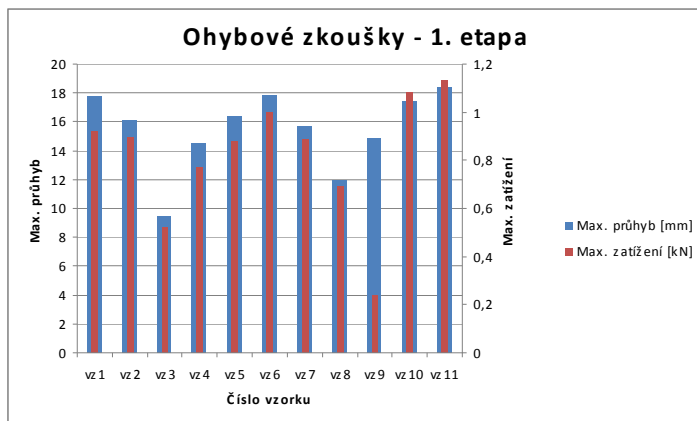
Obr. 7: Schéma zatěžování vzorků

První etapu měření jsme prováděli na neporušených vzorcích bezpečnostního skla, druhá etapa měření spočívala ve stejném způsobu zatěžování, ale už poškozených vzorků bezpečnostního skla, které byly porušeny předchozí etapou měření.

Kritériem pro ukončení 1. etapy měření bylo prasknutí spodního taženého skla nebo obou skel (Tab. 2, Obr. 8).

Tab. 2: 1. etapa měření- max. průhyb, max. zatížení

Označení vzorku	vz1	vz2	vz3	vz4	vz5	vz6	vz7	vz8	vz9	vz10	vz11
Max. průhyb [mm]	17,8	16,14	9,46	14,48	16,43	17,89	15,76	12	14,91	17,44	18,43
Max. zatížení [kN]	0,92	0,9	0,52	0,77	0,88	1	0,89	0,69	0,24	1,08	1,13



Obr. 8: 1. etapa měření- max. průhyb, max. zatížení

Všechny zkoumané vzorky bezpečnostního skla se skládají ze dvou skel stejné tloušťky, které jsou vzájemně spojeny prostřednictvím PVB fólie. PVB fólie zajišťuje soudržnost prasklých skel.

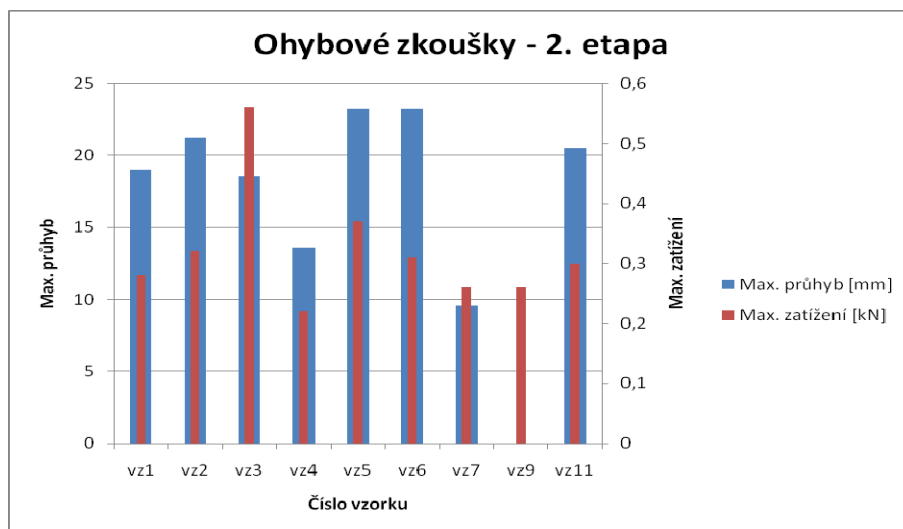
V první etapě měření z 11 vzorků praskly 2 vzorky (vz8, vz10) nestandardně. Nestandardní prasknutí spočívalo v porušení obou skel. Standardní prasknutí spočívalo v prasknutí spodního taženého skla. Maximální zatížení při porušení skla se pohybovalo od 0,24 kN do 1,13 kN, průměrná hodnota maximálního zatížení je 0,82 kN. Maximální průhyb při porušení skla byl od 9,46 mm do 18,43 mm. Průměrná hodnota konečné deformace byla 15,52 mm.

V druhé etapě měření byly použity vzorky z první etapy, u kterých prasklo jenom jedno sklo. Zatěžování vzorků v 2. etapě zatěžování probíhalo obdobně jako v 1. Etapě (Tab. 3, Obr. 9). Poloha skel v měřicím zařízení se nezměnila.

Vzorky (vz8, vz10) nebyly v 2. etapě měřeny, protože obě skla už praskla v 1. etapě měření. U vzorků (vz5, vz6) nebylo zjištěno maximální zatížení a průhyb při opětovném porušení vzorků. Příčinou byl nedostatečný rozsah měřicího zařízení. Kritériem pro ukončení měření 2. etapy bylo prasknutí nepoškozeného skla, což bylo limitováno rozsahem posunu příčnicku měřicího zařízení, který vyvolává zatížení.

Tab. 3: 2. etapa měření- max. průhyb, max. zatížení

Označení vzorku	vz1	vz2	vz3	vz4	vz5	vz6	vz7	vz9	vz11
Max. průhyb [mm]	18,94	21,2	18,6	13,6	23,2	23,2	9,55	14,41	20,5
Max. zatížení [kN]	0,28	0,32	0,56	0,22	0,37	0,31	0,26	0,26	0,3



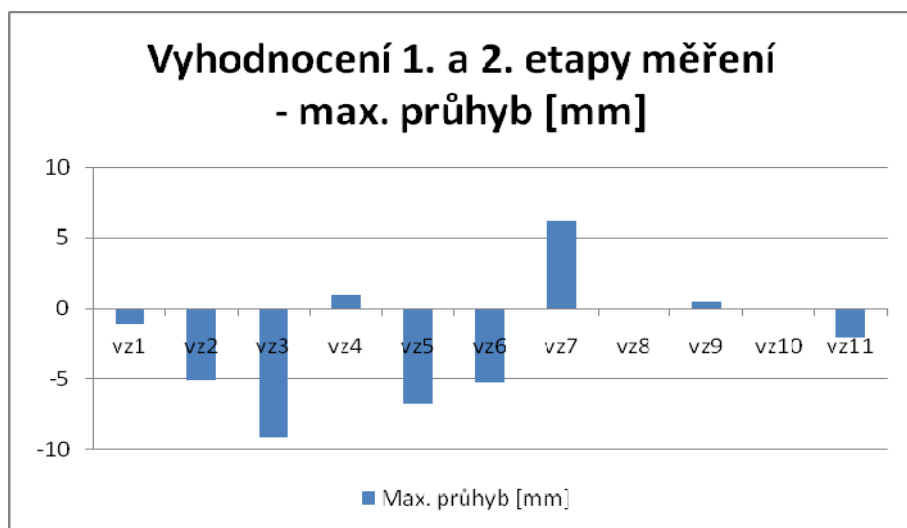
Obr. 9: 2. etapa měření- max. průhyb, max. zatížení

Maximální zatížení při porušení skla se pohybovalo od 0,22 kN do 0,56 kN, průměrná hodnota maximálního zatížení je 0,32 kN. Maximální průhyb při porušení skla byl od 9,55 mm do 23,2 mm (maximální možný průhyb na měřicím zařízení). Průměrná hodnota maximálního průhybu byla 8,6 mm.

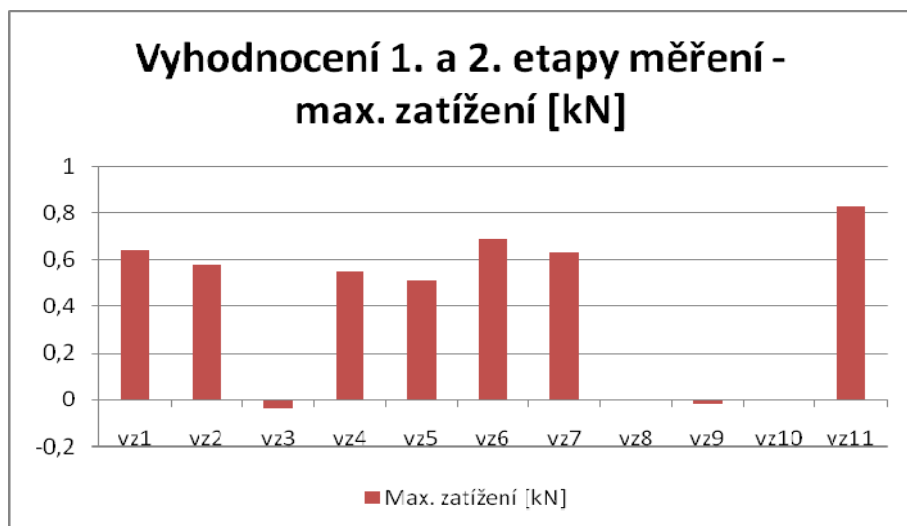
Tab. 4: Rozdíl v měření 1. a 2. Etapy naměřených vzorků

Označení vzorku	vz1	vz2	vz3	vz4	vz5	vz6	vz7	vz8	vz9	vz10	vz11
Max. průhyb [mm]	-1,14	-5,1	-9,1	0,89	-6,77	-5,3	6,21		0,49		-2,07
Max. zatížení [kN]	0,64	0,58	-0,04	0,55	0,51	0,69	0,63		-0,02		0,83

Rozdíly měření uvedené v Tab. 4 jsou rozdíly hodnot druhého měření od prvního měření. Záporné hodnoty uvedené v Tab. 4 představují situaci, kdy daný vzorek dosáhl vyšších hodnot v 2. etapě měření než v 1. etapě měření (Obr. 10, 11).



Obr. 10: Rozdíl v měření 1. a 2. etapy naměřených vzorků - maximální průhyb [mm]



Obr. 11: Rozdíl v měření 1. a 2. etapy naměřených vzorků - maximální zatížení [kN]

5 ZÁVĚR

Po srovnání obou měření jsme získali výsledky, které potvrzují, že porušené tabule skla jsou schopné přenést menší zatížení než sklo neporušené, a to v průměru o 51,18 % zatížení v porovnání s maximálním zatížením při 1. etapě měření. Naměřený průhyb byl u 2. etapy měření vyšší než u první etapy měření. Větší průhyb a menší únosnost u skla poškozeného z první etapy měření byly způsobeny prasklou tabulí skla, která snížila tuhost celého bezpečnostního skla. Porušení zkoumaných vzorku se nacházelo bezprostředně pod místem zatížení, tzn. uprostřed rozpětí.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl realizován za finanční podpory Specifického výzkumu, SP/2010211-Spolehlivost transparentních konstrukcí ze skla.

LITERATURA

- [1] ČSN EN 10025-2 *Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli*. Praha: ČNI, 2005.
- [2] ČSN EN ISO 12543-1 *Sklo ve stavebnictví-Vrstvené sklo a vrstvené bezpečnostní sklo-Část 1: Definice a popis jednotlivých částí*. Praha: ČNI, 2003.
- [3] ČSN EN 1279-1 *Sklo ve stavebnictví - Izolační skla - Část 1: Obecné údaje, tolerance rozměrů a pravidla pro popis systémů*. Praha: ČNI, 2010.

Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Stanislav Zrza, Technický a zkušební ústav Praha, s. p.

Prof. Ing. Jindřich Melcher, DrSc., Ústav kovových a dřevěných konstrukcí, Fakulta stavební, VUT v Brně, Veveří 95, 602 00 Brno.